

ANNÉE 1935

THÈSE

N° 730

POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE
(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

ROSA WINKLER

Née le 2 Mai 1909, à Cernanti (Roumanie)

L'AVENIR DES RADIOLOGISTES

Président de Thèse : M. Léon BINET, Professeur

PARIS
LIBRAIRIE LIPSCHUTZ
4, Place de l'Odéon

1935

165

ANNÉE 1935

N°

THÈSE
POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE
(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

ROSA WINKLER

Née le 2 Mai 1909, à Cernanti (Roumanie)

L'AVENIR DES RADIOLOGISTES

Président de Thèse : M. Léon BINET, Professeur

PARIS
LIBRAIRIE LIPSCHUTZ
4, Place de l'Odéon

1935

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

A TITRE PERMANENT

MM.		MM.	
ABRAMI.	} Clinique médicale	BASSET.	} Clinique chirurgicale
ALAJOUANINE.		BROCQ.	
AUBERTIN.		CADENAT.	
BRULÉ.		GATELLIER.	
CHABROL.		HEITZ-BOYER.	
CHIRAY.		MOURE.	
DONZELOT.		QUENU.	
DUVOIR.		SCHWARTZ.	
LIAN.		VELTER.	
PASTEUR-VALLERY- RADOT.			
SEZARY.			
MM.	} Clinique obstétricale.		
ECALLE			
GUENIOT.			
LE LORIER.			
LEVY-SOLAL.			
METZGER.			

V. — CHARGÉS DE COURS

	MM.
Education physique.....	CHAILLEY-BERT, agrégé.
Radiologie clinique.....	LEDOUX-LEBARD.
Puériculture	WEIL-HALLÉ.
Stomatologie.....	GREY.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MES PARENTS

En témoignage de mon profond
amour filial et de ma gratitude infi-
nie.

A MA SŒUR

A MES FRÈRES

MEIS ET AMICIS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR LEON BINET

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

MÉDECIN DES HOPITAUX

OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

Qui a bien voulu nous faire l'honneur de présider cette thèse.

A MON MAITRE

MONSIEUR LE DOCTEUR LEON GALLY

MÉDECIN RADIOLOGISTE A L'HOPITAL NECKER

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

A qui nous devons l'inspiration de
ce sujet et qui fut notre guide bien-
veillant dans cette étude.

Qu'il trouve ici l'expression de notre
profonde reconnaissance.

A MONSIEUR LE DOCTEUR GIRARD

MÉDECIN-CHEF DU LABORATOIRE CENTRAL
DU GROUPE HOSPITALIER NECKER : ENFANTS MALADES

Qui mit très aimablement à notre
disposition les résultats des examens
hématologiques nécessaires à nos
observations.

A MESSIEURS LES MEDECINS
ELECTRO-RADIOLOGISTES
DES HOPITAUX DE PARIS

Pour les remercier du bon accueil
que nous avons reçu dans leurs ser-
vices, lors de notre enquête, et de
tous les renseignements qu'ils ont
bien voulu nous donner pour mener
à bien notre travail.

A MES MAITRES
DE LA FACULTE DE MEDECINE

INTRODUCTION

Il est souvent difficile pour un jeune médecin de mener seul à bonne fin la thèse qu'il a choisie ; c'est bien le cas, nous semble-t-il, pour notre modeste ouvrage. Aussi nous félicitons-nous particulièrement que des maîtres bienveillants aient bien voulu accueillir nos idées avec quelque intérêt, pour les guider une fois de plus.

Nous voulons remercier en premier lieu M. le Docteur L. Gally, électroradiologiste à l'hôpital Necker, qui nous a inspiré ce sujet et nous tenons à cœur que tous ceux qui nous ont prodigué leurs conseils, tous ceux qui nous ont confié leurs opinions, tous ceux qui nous ont aimablement aidé, trouvent ici notre plus sincère gratitude et toute notre reconnaissance dévouée.

Les accidents graves et mortels des radiologistes de la première heure, imprévisibles au début, imputables à l'action nocive des rayons X sur la peau et la santé générale des médecins et du personnel spécialisés dans la radiologie, nous ont incité à rapporter dans ce travail les observations et recherches publiées sur ce sujet, à en tirer des conclusions et enfin, d'après nos études personnelles, nous avons essayé de fixer

les meilleures conditions de travail et de savoir à quoi s'exposent les radiologistes dans leur avenir.

Ainsi que le dit le Docteur Paul Degrais :

« Les rayons X et les substances radioactives, en particulier les sels de radium et son émanation, ainsi que le mésothorium ont vu leur champ d'action s'accroître chaque jour, pour le plus grand bien des malades ; mais tandis que ceux-ci bénéficient de plus en plus des nouvelles acquisitions dans le domaine des radiations, les physiciens, les médecins, les manipulateurs, les infirmiers, les professionnels en un mot, exposés d'une façon prolongée aux sources de rayonnement en deviennent fréquemment les victimes. »

Nous avons pris comme titre « l'Avenir des Radiologistes » et, nous inspirant du passé, encore peu lointain et que nous connaissons bien, nous avons essayé de préciser les conditions que le Docteur P. Degrais vient d'exprimer ci-dessus.

Dans la période qui a suivi la découverte des rayons X, les appareillages se sont perfectionnés très rapidement et, à l'heure actuelle, il nous semble, comme nous le dirons dans la suite, que si nous pouvons éviter par expérience les accidents du début, nous ne savons pas encore exactement ce qui nous attend dans l'avenir.

Le rayonnement primaire, si actif et nocif pour le radiologiste, est maintenant bien localisé, limité à la région à traiter ou à l'organe à examiner. Par contre, le rayonnement secondaire, peu connu au début et de faible intensité, croît de plus en plus avec la puis-

sance des appareils et semble plus difficile à supprimer et même à éviter que les rayons primaires qui l'ont engendré.

Nous avons divisé notre travail en cinq chapitres : Le premier traite des accidents observés depuis la découverte de Röntgen et l'utilisation médicale des rayons X. Ces accidents sont nombreux et de toute sorte. Ils portent surtout sur la peau, les ulcérations, les modifications sanguines et la dégénérescence épithéliomateuse des lésions cutanées. Ce sont d'emblée les plus graves et ceux qui, nous l'espérons, ne se reproduiront plus dans l'avenir. Ils vont de pair, mais à un degré moindre, avec les altérations du sang et de la formule sanguine, que nous exposons très en détail et à l'aide d'observations inédites.

En troisième ligne, nous étudions les modifications de l'état général des radiologistes et en particulier, l'action possible des radiations X sur les glandes à sécrétion interne, ou sur le système sympathique et le pneumogastrique.

Dans le deuxième chapitre, nous publions des cas typiques de modification de la formule sanguine, pris dans le nombreux personnel de l'Assistance publique. Les tableaux montrent qu'il n'y a pas lieu de s'alarmer outre mesure du danger des radiations, mais que tout de même, une action nocive des rayons X est évidente et que quelques cas de leucémie myéloïde ou lymphoïde apparus chez des infirmiers ou des médecins, posent un problème difficile à résoudre sur l'étiologie de ces affections.

Le troisième chapitre contient notre enquête personnelle chez les médecins électroradiologistes des hôpitaux de Paris. Ces enquêtes confirment les faits rapportés par les auteurs français et étrangers.

Le quatrième chapitre comprend notre enquête personnelle.

Enfin, le cinquième chapitre indique les moyens de protection les plus efficaces, ainsi que les recommandations fixées par la Commission du Congrès international de radiologie de 1934.

On y voit que l'avenir des radiologistes est beaucoup moins sombre qu'on ne l'avait supposé au début et qu'un travail professionnel assez intense est à l'heure actuelle parfaitement compatible avec un bon état de santé.

La terminaison de ce travail, chapitre 5, permet de fixer l'avenir des radiologistes dans les conditions suivantes :

On peut admettre que dans l'avenir — et la période écoulée depuis les premières radiodermites permet de le penser — les radiologistes ne présenteront plus de brûlures cutanées, à moins d'accident imprévu ou d'imprudence et que seules les modifications du sang seront à surveiller.

En effet, malgré les moyens de protection de plus en plus efficaces, les hauts voltages utilisés tant pour les radiographies que pour la radiothérapie, voltages éminemment producteurs de rayons secondaires, peuvent agir même à distance sur les globules sanguins et les organes hématopoïétiques.

CHAPITRE PREMIER

SUR LES DIFFÉRENTS ACCIDENTS. OPINIONS. GÉNÉRALITÉS

L'exposition prolongée devant les rayons X ou l'action directe des radiations sans que la substance radioactive pénètre dans les organes, les inhalations d'émanations radioactives (radon ou thoron) et l'absorption de substances radioactives solides ou dissoutes constituent les trois processus différents, d'après lesquels les rayons X et les substances radioactives agissent et peuvent donner des accidents.

Il existe des accidents légers, que nous ne faisons que signaler, en raison de leur rareté (nous ne les avons pas rencontrés dans notre enquête sur le personnel médical) et qui peuvent être susceptibles de toute autre interprétation.

Etat général, troubles de la nutrition, troubles gastro-intestinaux, perte de poids, modifications du caractère ont été recherchés et attribués aux accidents d'irradiation, ainsi que les manifestations dépressives : fatigue, somnolence, céphalalgie. Mais en dehors de ces petits accidents, rares et insignifiants, il y en a

d'autres qui prennent l'allure d'un véritable processus morbide d'une haute intensité.

En 1896, on découvrait la première radiodermite aiguë et quelques années plus tard, en 1902, on observait le premier cancer développé sur des lésions de radiodermite chronique.

La radiodermite aiguë se manifeste par : inflammation, rougeur, tuméfaction, chaleur, douleur, la radiodermite chronique « constitue un mode d'irritation persistante, particulièrement favorable au développement du carcinome cutané » (Ledoux-Lebard). Elle siège sur la face dorsale de la main chez les röntgenthérapeutes.

La transformation maligne est possible et se fait soit sur une ulcération longtemps atone, indolore, rebelle à tous les traitements, soit sur une hyperkératose verruqueuse.

Ce sont une ou plusieurs verrues, persistantes, s'accroissant lentement, coiffées de croutelles ou restant tout à fait sèches.

Histologiquement, c'est un épithélioma spino-cellulaire à globes cornés.

La fréquence du cancer des radiologistes diminue de plus en plus, grâce aux moyens de protection dont nous disposons.

M. Ledoux-Lebard insiste sur ce fait que le cancer n'est qu'une complication de la radiodermite, véritable affection professionnelle « qu'il n'est ni fréquent, ni obligatoire, ni caractéristique ».

En dehors de la radiodermite, il existe des troubles

trophiques de la peau : Peau mince, lisse, luisante, glabre, sèche, avec atrophie des follicules pileux, des glandes sébacées, sudoripares (peau sénile), provoqués par les rayons X, à petites doses longtemps répétées.

Les éléments épithéliaux les plus radio-sensibles s'atrophient et disparaissent, les éléments les plus résistants diminuent de vitalité, c'est l'action bien connue des rayons X.

M. Bécclère croit que : « La cause essentielle du cancer demeure inconnue, mais elle paraît indépendante des lésions cellulaires qui préparent, favorisent et permettent son intervention. »

Les études sur les altérations du sang, provoquées par les rayons X, faites à l'étranger et en France, sont nombreuses et à l'heure actuelle assez concordantes.

Et c'est pourquoi, sans généraliser, toute modification sanguine du personnel travaillant dans des conditions bien déterminées, doit être tenue comme due à l'action des rayons. M. Jaulin nous donne le résultat de son enquête sur les modifications de la formule sanguine.

Globules rouges. — Sans modifications importantes du nombre, l'hyperglobulie modérée a été rarement observée.

Globules blancs. — Les variations du chiffre sont peu appréciables, cependant la formule leucocytaire subit des modifications marquées : augmentation du nombre des mononucléaires, tendant à l'égalisation

du rapport mono-polynucléaires, ou bien même une inversion de la formule habituelle, précocement et stable. Ces modifications sont d'autant plus marquées que les moyens de protection sont plus réduits, mais en tenant toutefois compte du facteur susceptibilité individuelle.

Caffaratti, examinant le sang de 50 radiologistes, conclue :

Globules rouges. — Légère anisocytose. Les globules rouges tendent à diminuer surtout pendant les premières années. Diminution de la valeur globulaire.

Globules blancs. — Tendance constante à la leucopénie, s'installant vite, persistant et ayant la tendance à augmenter. Augmentation du nombre de lymphocytes.

Abrand, dans sa thèse de Paris 1931, donne plusieurs exemples d'anémies par rayons X chez les radiologistes, rayons X d'origine thérapeutique, par le thorium X et par un mélange de radium, rodium et mésothorium.

Il conclue que : Le radium donne une leucopénie considérable, le thorium X une anémie très prononcée avec diminution des globules rouges, jusqu'à 500.000. En outre, déformation des hématies et diminution des globules blancs. D'accord avec M. Degrais, il dit que les anémies ainsi que les stérilisations sont l'œuvre des rayons pénétrants et de leur durée.

MM. Emile Weil et A. Lacassagne disent que l'augmentation de la pénétration des rayons X et des quan-

tités des substances radio-actives dans la thérapeutique accroissent les risques professionnels pour les médecins, lésant les tissus profondément situés, comme la moëlle osseuse. Ils citent un cas très intéressant :

Deux ingénieurs chimistes travaillant dans les mêmes conditions, le même nombre d'années, dans les mêmes locaux, à l'extraction du thosium X et des substances de sa famille, meurent à l'intervalle de quelques jours, l'un d'une anémie pernicieuse, l'autre de leucémie myéloïde.

Sur 18 personnes travaillant à l'Institut de Radium-thérapie de Copenhague, Einar Rud a trouvé une anémie légère chez une assistante qui manipulait le radium depuis 4 ans 1/2 ; le minimum de leucocytes (2.800) avec lymphocytose relative chez un ingénieur spécialisé depuis 10 ans dans la technique des rayons X.

Laubry et Marchal décrivent la fin tragique de leur malade dans : « Sur un cas de leucémie chez un radiologiste » et nous donne en même temps une observation aussi complète qu'instructive.

La formule sanguine avec oscillations montrait :

G. R. : 2.800.000 — 4.000.000.

G. B. : 125.000 — 752.000.

Polynucléaires neutrophyles : 72,5 % — 44 % à la période préagonique.

Myélocytes : 12,5 % — 36 %.

Monocytes : 24 %.

Eosinophiles : 11,5 %.

Des recherches de haute valeur ont été effectuées par M. Aubertin qui montrent d'après l'action des rayons des :

1° Modifications latentes du sang chez les radiologistes avec hématies normales, ou aux environs de la normale, sans lésions des globules, ni globules nucléés, résistance globulaire normale, modifications des globules blancs comme il suit : leucopénie (5.000 — 4.000 gl. b.), 'hyponeutrophylie. Les polynucléaires sont plus ou moins abaissés, les eosinophiles sont au nombre de 4-5 %, rarement 7-8 %, leur présence est durable, permanente. La polynucléose et l'œsinophilie sont la preuve de l'hyperfonctionnement de la moëlle osseuse. Lorsqu'il y a anémie, elle est légère, commençant dès les premiers jours du travail ; il ne faut pas oublier la susceptibilité des radiologistes et l'influence d'une affection pathologique banale.

2° Quant à la formule sanguine en cas d'anémie des radiologistes, M. Aubertin indique :

G. R. : 2.000.000 jusqu'à 500.000. Anisocytose. Valeur globulaire abaissée, ou normale.

G. B. : Leucopénie (4.000 — 1.000). Pas d'eosinophiles. Les plaquettes tombent au-dessous de 100.000. Les mononucléaires sont normaux ou abaissés. Temps de saignement prolongé.

Il y a donc une destruction globulaire et une mauvaise réaction défensive.

3° Dans les leucémies des radiologistes, myéloïdes ou lymphoïdes, beaucoup plus rares, il y a une anémie

modérée, présence d'hématies nucléées et leucocytes 80.000 — 100.000 ou plus.

*La leucopénie causée par les rayons X ne prédis-
pose pas à la leucémie.*

Nous voyons donc combien sont utiles ces différentes recherches sur les altérations sanguines, pour déceler un état grave, ou qui peut l'être, chez les radiologistes qui, absorbés par leur labeur ou qui en apparence bien portants ne pensent point aux dangers qui les guettent, à leur avenir, car c'est le plus souvent sans aucun symptôme fonctionnel que ces maux s'installent.

Quant à l'action des rayons sur le testicule et l'ovaire, les avis sont partagés.

Lenz disait en 1929 : « Nous sommes encore loin pour tirer des conclusions. »

Loeffler apporte des arguments pour et contre.

En effet, la castration moderne et la stérilisation totale sont basées sur l'emploi des rayons X, surtout le rayonnement secondaire se montrant très actif. Il s'agit probablement d'un bombardement d'électrons, qui détruit l'équilibre colloïdal des atomes.

Mais une expérience faite sur 250 femmes, dont les ovaires ont été irradiés, a montré qu'il y a eu, après un temps plus ou moins long, ovulation, grossesse, accouchements, les enfants normaux, bien portants.

Un physicien travaillant longtemps aux rayons X, ayant eu un carcinome aux doigts, longtemps azoosperme, a un enfant 3 ans 1/2 après la cessation de son travail.

Brown et Osgood, deux médecins radiologistes, ont pu avoir des enfants après avoir cessé leur travail. Laquerrière raconte qu'un radiologue laisse enceinte sa femme 5 mois après avoir cessé le métier.

En Allemagne, une enquête faite chez 30 radiologistes a donné 13 cas de stérilité; les 17 autres médecins ont eu 21 enfants, dont 2 anormaux.

Nürenberger croit que la stérilité pourrait s'observer dans les générations qui suivent.

Naujoks a fait une enquête chez 91 femmes médecins radiologistes. Elles ont eu ensemble 125 enfants dont 5 ont eu des troubles de développement. Il conclut qu'il n'y a ni diminution du nombre, ni de la qualité.

Bélot a enquêté chez 300 radiologistes de France. Il n'a trouvé aucune influence néfaste des rayons sur la fertilité dans les mariages des radiologistes, même s'ils ont travaillé pendant de longues années avant le mariage.

Toutefois, E. Weil et Lacassagne ont remarqué à l'autopsie d'un leucémique, des testicules atrophiés et complètement stérilisés.

Abrand a trouvé de l'atrophie testiculaire dans presque tous les cas d'anémie et il la considère comme un des symptômes qui précède l'anémie.

CHAPITRE II

RECHERCHES HÉMATOLOGIQUES SUR LE PERSONNEL INFIRMIER DE QUELQUES HOPITAUX DE PARIS, TRAVAILLANT DANS LES SERVICES D'ÉLECTRORADIOLOGIE.

Les tableaux ci-après paraissent confirmer en partie les observations rapportées par Laubry et les auteurs précédents, ainsi que les constatations d'Aubertin.

Chute des globules rouges avec leucopénie et passage insensible de la diminution massive du nombre des globules, aux modifications de la formule sanguine et à la leucémie.

Il n'élucide pas la question si angoissante de l'étiologie des leucémies; mais ils semblent indiquer que l'atteinte des organes hématopoïétiques par les radiations de courte longueur d'onde peut modifier d'une façon très grave le processus de régénération globulaire.

Les mêmes constatations ont été faites à l'étranger particulièrement en Angleterre et en Belgique, tant sur le personnel médical, qu'infirmier. Comme de

juste, l'expérience sur l'animal n'a donné que des chutes sur le nombre des globules. Ces faits sont suffisants à notre avis, pour motiver l'attention et la surveillance de plus en plus grande de la biologie sanguine à commencer par l'anémie.

Mme Her... Hôp. des Enfants-Malades

DATES	HÉMOQ.	G I. R.	GL. R.	POLYN.	MONO.	LYMPHO.	EOSINO.	TRANSI.
Avril 24....	90 %	6400000	10600	56	32	3	3	5
Décembre ..	90	5900000	6500	75	5	20	—	—
Août 25....	90	5200000	8600	59	4	36	1	—
Août 26....	80	4500000	7100	75	7	16	1	—
Juillet.....	—	3850000	15200	51	12	34	3	—
Septembre..	—	4000000	10000	60	10	23	—	6
Août 27....	—	4400000	7600	64	12	21	—	6

1935 État stationnaire avec légères poussées de C L B.

Mlle Mais... Hôp. Laënnec

Juin 1930 ..	90 %	4050000	7000	75	21	0	3	—
Août	85	3880000	17400	78	19	2	1	—
Novembre ..	85	4140000	11800	78	19	1	2	—
Février 31..	85	3920000	18200	81	19	—	—	—
Mai	90	3960000	15200	77	17	—	4	—
Février 32..	95	3220000	10000	72	20	5	3	—
Décembre ..	90	4120000	12200	—	—	—	—	—
Mars 33....	95	40 0000	25000	70	25	1	4	A surveiller
Juin.....	90	4700000	14000	60	36	0	2	—
Mars 34....	90	4300000	11600	64	32	3	1	—
Septembre..	90	4200000	4400	64	31	2	3	—
Décembre ..	90	4720000	5500	70	24	3	3	—

Mme. Ring., Hôp. Laënnec.

DATES	HEMOQ.	G. I. R	G. I. B.	POLYN.	MONO.	LYMPH.	EOSINO.	TRANSIT.	MYÉLOCY.
1923	Normal								
1924	Normal								
Fév. 25..	75	3905600	6800	52	10	29	1	0	8
Août	65	3550000	14400	74	22	11	2	—	1
Avril 26..	80	4100000	9600	68	10	18	—	—	4
Juillet ..	80	3900000	10800	34	12	30	—	—	4
Janv. 27..	75	3620000	12000	75	—	25	—	—	—
Juin	75	3750000	10200	80	12	8	—	—	—
Avril 28..	—	5120000	11200	78	10	10	2	—	—
Octobre ..	90	5100000	12000	68	25	4	2	—	—
Décemb ..	90	4700000	12800	70	26	0	2	—	—
Mars 29..	90	4200000	10400	73	24	—	3	—	—
Mai	90	4800000	11800	71	29	—	—	—	—
Novemb ..	90	4400000	18400	74	19	5	2	—	—
Fév. 30..	80	4360000	12400	76	10	13	1	—	—
Mai	85	3980000	13200	69	21	7	1	6	—
Septemb ..	90	4580000	18000	78	18	1	2	—	—
Novemb ..	85	5300000	19800	74	20	2	2	—	—
Fév. 31..	85	4120000	28600	68	17	7	4	3	—
Mai	85	4480000	16000	68	25	7	—	—	—
Novemb ..	85	3320000	23800	77	26	7	—	—	—
Fév. 32..	75	3700000	21800	72	22	7	1	—	—
Mai	90	4320000	18600	71	28	1	—	—	—
Août	90	4380000	25800	67	25	7	1	—	—
Déc	85	4000000	15300	—	—	Nombreuses myolécytes.			
Mars 33..	90	4200000	53000	66	15	2	1	Nombreuses	
Novemb ..	90	4500000	95600	62	11	3	2	myolécytes.	
Décemb ..	85	4060000	87400	55	10	3	—		

Mme Lat... Hôp. de la Charité

DATES	HÉMOQ.	GI. B.	GI. R.	POLYN.	MONO.	LYMPHO.	EOSINO.	TRANSI.	MYELO.
Nov. 27	95 %	4900000	7200	83	13	14	—	—	—
Nov. 28	90	4580000	6800	70	17	13	—	—	—
Avril 30	80	3800000	10000	74	8	18	4	—	—
Août.....	90	4200000	12000	62	31	11	1	—	—
Nov.....	90	3760000	12800	79	21	—	—	—	—
Févr. 31	90	4400000	9000	65	33	—	2	—	—
Mai.....	90	3540000	13600	70	25	3	3	—	—
Août.....	85	3730000	18400	83	13	0	0	—	—

Mme Ber... Hôp. Laënnec

1930.....	N O R M A L								
Févr. 31.....	95	3260000	15600	55	10	13	1	—	—
Mai.....	95	2760000	12800	80	10	—	1	—	—
Août.....	85	3600000	12600	75	18	5	—	—	1
Nov.....	80	4640000	12800	—	—	—	—	—	—
1932.....	N O R M A L								
Mars.....	90	3900000	7800	67	26	0	3	—	—
Juin.....	90	5200000	11400	63	32	0	3	—	—
Oct 33.....	90	4300000	9000	—	—	—	—	—	—
Déc.....	80	4550000	4400	72	23	4	1	—	—
Mars 34.....	—	3700000	10800	69	29	0	1	—	—
Juin.....	—	4720000	8200	74	22	0	4	—	—
Sept.....	85	4300000	14800	71	29	0	0	—	—
Déc.....	90	4430000	6100	71	22	3	4	—	—

Mme Nor... Hôp. Cochinchine

DATES	HÉMOQ.	GI. R.	GI. B.	POLYN.	MONO.	LYMPHO.	EOSINO.	TRANSI.
Avril 28.....		4400000	9000	75	26	1	—	—
Juillet.....	85 %	4540000	9200	—	—	—	—	—
Octobre.....	90	4000000	11000	65	30	2	2	—
Mars 29.....	90	4000000	7000	62	33	0	2	—
Août.....	90	4120000	10000	70	28	0	2	—
Novembre.....	90	4880000	10000	67	26	7	2	—
Février 30.....	90	4200000	10800	62	30	6	2	—
Mai.....	85	3830000	10000	65	30	2	1	—
Novembre.....	90	3960000	37200	75	14	8	3	—
Février 31.....	95	4000000	13000	61	37	0	0	2
Novembre.....	80	3900000	14000	67	23	—	—	—
Février 32.....	83	3860000	9600	73	6	21	—	—
Mai.....	90	4060000	10200	70	25	2	3	—
1928.....								
1930.....								

Fatigue. Etourdissements.

A surveiller

CHAPITRE III.

ENQUÊTE PERSONNELLE CHEZ LES MÉDECINS ÉLECTRORADIOLOGISTES DES HOPITAUX DE PARIS

A.) Monsieur Le Docteur G. MAINGOT. Chef du Service E. R. de l'hôpital Laennec, nous a causé longuement sur les différents moyens de protection.

Il n'emploie ni gants, ni tablier, car le souffre du caoutchouc vulcanisé joue le rôle de reducteur et absorbant l'oxygène nécessaire à la peau devient plus nuisible. Il est formellement contre l'emploi du talc, qui desèche la peau. Par contre il préconise l'emploi des gants doublés de gants en fil, capables d'arrêter le rayonnement secondaire, protégeant bien la main.

Pour la radioscopie — l'appareil de Bélot. Pour la radiographie — appareils auto-protégés. Des verres opaques pour la protection des yeux. Des grandes chambres bien aérées.

Les appareils de haute tension doivent être installés au sous-sol.

Monsieur Maingot fait des scopies-graphies, de la thérapie superficielle (40.000 volts), profonde 200.000 volts) il n'a jamais présenté d'accidents.

B.) Monsieur Le Docteur L. GUIBERT, Chef du Service E. R. de l'hôpital Necker, âgé de 62 ans travaille depuis la guerre. Médecin radiologiste pendant la guerre il a travaillé sans aucun moyen de protection et a présenté à ce moment une chute des ongles des gros orteils, les rayons tombaient directement sur ses pieds. Après la guerre, peu exposé à l'action des rayons (ne faisant pas de clientèle particulière) n'a eu aucun autre accident. Bon état général, sa formule sanguine est normale. Il a un enfant.

Le Docteur Guibert propose comme moyens de protection, des cabines closes, en verre plombé pour les radiographies. L'appareil de Bélot pratique pour les radioscopies du poumon est insuffisant comme protection pour d'autres examens.

C.) Monsieur Le Docteur J. BELOT, Chef du Service E. R. de l'hôpital Saint-Louis, travaille depuis 1902, 5-6 heures par jour, préconise l'emploi des appareils de protection bien connus, des vacances longues, (3 mois), fait une enquête en France chez 300 radiologistes et il ne croit pas à la stérilité par les rayons, Il n'a trouvé aucun trouble de la fertilité, il admet l'existence d'un facteur personnel. Il est marié, a deux enfants; a fait des lésions cutanées comme la plupart des vieux radiologistes.

D.) M. le Docteur F. DUHEM, chef du service E. R. de l'hôpital des Enfants-Malades, a 30 ans de profession; pendant 23 ans, il a travaillé environ 15 heures par jour.

Son premier accident date de 1927-28, anémie très prononcée (3.000.000 Gl. R.). Il interrompt le travail pendant six mois et la formule sanguine redevient normale. Présente de la fatigue, de l'amaigrissement (20 kgs), diminution de l'appétit, sclérose du cristallin, mais qu'il n'attribue pas à l'action des rayons. Pas de changement de l'odorat, aucun accident cutané, ni des glandes à sécrétion interne, aucune algie, Il est marié, a des enfants conçus avant et au cours de sa profession d'électroradiologiste. Ne prend aucune précaution de l'ordre de l'hygiène générale ou spéciale. Pendant l'été, il passe ses vacances à la campagne.

Pour M. Duhem, tout est une question de tempérament, puisque les uns travaillent dans les rayons très peu de temps et ont des accidents, et d'autres bien qu'ils travaillent pendant de longues années n'en font aucun.

E.) M. le docteur L. GALLY, électroradiologiste à l'hôpital Necker, après 18 ans de pratique radiologique journalière ; radioscopie, radiographie et radiothérapie profonde, n'a remarqué aucune modification de son état général, pas d'altération de sa santé, pas de diminution des globules rouges, ni de leucopénie (contrôlées par des examens de sang successifs), pas d'affection intercurrente pouvant être la conséquence d'un affaiblissement ou d'une diminution de la résistance physique imputable aux rayons X.

Il n'a utilisé ni gants, ni tablier, ni lunettes, et ne

présente aucun trouble fonctionnel ou organique imputable aux rayons X.

Pas de lésion de la peau des mains ou du visage. Pas d'asthénie, pas de troubles digestifs. Les appareils de radioscopie et de radiographie utilisés par le docteur Gally, tant dans les hôpitaux de l'Assistance publique que dans les laboratoires privés ont été de tous les modèles et munis de dispositifs de protection bien disposés. Le docteur Gally a l'impression que les brûlures des mains des premiers radiologistes étaient dues au rayonnement primaire, mal localisé et que ces brûlures avec toutes leurs conséquences tardives ne se retrouveront plus dans l'avenir, à moins d'imprudence.

F.) M. le docteur R. LEDOUX-LEBARD, chef du service E. R. de l'hôpital Salpêtrière, travaille depuis 1901-02, sans interruption depuis 1910, 7-8 heures par jour.

Il fait des graphies, des scopies 1-2 heures jour, en dehors de la thérapie; a travaillé pendant la guerre 6-7 heures par jour sans aucune protection, il n'a jamais présenté d'accidents dûs aux rayons. Il a eu des enfants avant et pendant sa profession. Comme moyens de protection M. Ledoux-Lebard préconise :

- a) Gants ;
- b) Scopies courtes ;
- c) Centrage exact (le diaphragme aussi peu ouvert, que nécessaire, pour empêcher le faisceau de rayons de dépasser l'écran);
- d) Vérifier l'opacité des verres en plomb ;
- e) Filtrage des rayons.

G.) M. le docteur L. DELHERMC, chef du service E. R. de l'hôpital de la Pitié, travaille depuis 1896. Depuis 1902 il travaille sans interruption, pendant 7-8 heures par jour (scopies, graphies, thérapie). Il a présenté à plusieurs reprises de la fatigue, de l'anémie, leucopénie et de l'éosinophilie, radiodermites sur le front et sur les mains, soignées par l'électrolyse, kératite au niveau de l'œil droit. Il n'a jamais eu d'enfants. Il préconise : les moyens de protection modernes, des longues vacances à la campagne, limitation des heures de travail, aération des pièces et obligation de faire chaque trois mois une numération globulaire.

H.) M. le docteur H. BÉCLÈRE, chef du service E. R. de l'hôpital Vaugirard, travaille depuis 1899, a travaillé sans protection et il a fait des lésions cutanées aux mains (hyperkératose).

Sa formule sanguine souffre des modifications légères, qui disparaissent après les vacances. M. Béclère croit que malgré les moyens de protection, des accidents peuvent encore survenir, car la protection contre le rayonnement secondaire n'est pas suffisamment mise au point, et l'usage des gants ne permettant pas de tracer des schémas ne protège pas.

Préconise les moyens de protections existants, des chambres spacieuses non encombrées par des appareils, des longues vacances.

Quant à la stérilité, il n'y croit pas; on a l'habitude de mettre un peu trop de faits sur le compte des rayons, comme sur le compte de la syphilis.

I.) M. le docteur P. DEGRAIS, de l'hôpital Necker, manipule le radium depuis 1905; à ce moment les moyens de protection étaient inexistants. Il nous révèle son début où les premiers appareils de protection étaient à vernis, qu'on enveloppait de caoutchouc. Les filtres nécessaires à la sélection des rayons étaient tenus dans la main. Les lésions prédominaient à la main gauche. Plus tard on fabrique des tubes, qu'on roulait dans des lames de plomb — le pouce et l'index de la main droite étaient les plus lésés. Il a sa première lésion depuis 1914, radium-dermite chronique, hyperkératose.

Il dit que tous les anciens radiologistes ont fait des lésions cutanées. Quant à son état général, il se porte bien, n'accuse aucun symptôme, n'a jamais fait la numération de ses globules, quoiqu'il admette les accidents sanguins dûs au radium.

Il a remarqué chez les femmes travaillant au radium des troubles menstruels, arrêt des règles.

CHAPITRE IV

RÉSULTATS DE NOTRE ENQUÊTE PERSONNELLE

D'après les constatations que nous avons pu faire dans les centres hospitaliers de Paris, nous pouvons affirmer qu'à l'heure actuelle, la plupart des laboratoires possèdent une bonne organisation pour la protection contre les dangers de brûlures par les rayons X et contre les courants de haute tension.

C'est sous l'influence des docteurs Belot, Ledoux-Lebard, Delherm et Maingot, en particulier, que se sont développées toutes les recherches pour protéger les radiologistes. St-Louis, Laënnec, la Pitié, la Salpêtrière et Beaujon sont sous ce rapport des modèles d'installation anti-X et haute tension.

De ce fait, nous avons pu voir que la jeune génération de radiologistes (qui a 10 à 15 ans de pratique), ainsi que celle qui la précède immédiatement, ne présente pas de troubles organiques graves (à part le cas d'exception de nos observations), de même ordre que ceux des pionniers de la radiologie.

Nous pouvons même ajouter que grâce aux techniques modernes (électrocoagulation), le traitement des

plaies et des ulcères chroniques de la peau, a pratiquement arrêté l'évolution de lésions considérées autrefois comme incurables.

La Commission internationale de radiologie n'a eu qu'à codifier des données bien précises et ayant le sceau de l'expérience. Nous en rapportons plus loin les articles principaux.

A notre point de vue ce code de protection n'a rien de draconien et nous paraît parfaitement compatible avec un exercice aisé de la radiologie.

En effet la grosse question de l'hygiène générale des laboratoires de radiologie a été résolue, en grande partie, d'une façon parfaite par l'Assistance publique (St-Louis, Laënnec, la Salpêtrière et la Pitié). Tous ces laboratoires sont bien aérés, éclairés, ventilés sous pression, ce qui évite l'accumulation d'ozone à dose toxique, dans les pièces de travail. D'un autre côté, l'isolement des câbles à haute tension a diminué la production de l'ozone dans de fortes proportions.

Donc progrès du côté hygiène générale.

Du côté risques de brûlures, nous avons vu que les premières avaient été surtout la conséquence d'irradiation fréquentes, répétées et prolongées de la peau par les rayonnements primaires, avec association d'effets caustiques et irritants à l'occasion du développement photographique des plaques et à la macération de la peau des mains dans les bains de développement.

Maingot a insisté avec raison sur l'irritation de la peau, avec macération, produite par le port de gants

en caoutchouc imperméables à l'air et à la transpiration cutanée, ainsi que sur les produits sulfureux émis par le caoutchouc vulcanisé.

Aujourd'hui le *rayonnement primaire est soigneusement localisé* par du plomb sur la région à examiner ou à traiter.

Mais il reste le rayonnement secondaire émis par le malade ou les différents objets traversés par les rayons primaires.

Bien que de moindre importance, ce risque doit retenir notre attention, à cause de la puissance en intensité et voltage des appareils modernes.

Il ne semble pas cependant que le risque atteigne les proportions et la gravité des accidents du début de l'ère radiologique. On verra d'après nos observations qu'il se limite à des modifications de la formule sanguine intéressantes à surveiller; mais ne prenant pas, comme le « cancer des radiologistes » une allure de catastrophe.

Ce rayonnement secondaire est complètement éliminé par les radiothérapeutes et le personnel dirigeant les appareils de traitement.

Il subsiste au contraire pour les examens de malades et en particulier au cours des radioscopies pour le médecin et le personnel infirmier.

Cependant si nous étudions les statistiques de l'Assistance publique, nous voyons que dans les conditions les plus mauvaises et avant toute mesure de protection contre ce rayonnement les cas d'anémie grave ou de leucémie, ont été excessivement rares et qu'à

l'avenir, ils pourront être évités d'une façon presque complète par des dispositifs analogues à ceux des docteurs Belot et Maingot.

Il n'y a que l'imprudence des manipulateurs, ou la défectuosité des appareils de protection qui puisse donner des craintes ; mais cela dans l'ordre de tous les dispositifs de protection en usage contre les appareils dangereux ou insalubres.

Cette surveillance rentre dans le cadre des obligations journalières de la pratique médico-chirurgicale. Et en somme l'avenir du radiologiste, sous réserve de nouvelles découvertes, ne nous paraît pas engagé dans une voie aussi dangereuse qu'on l'avait cru au début.

CHAPITRE V

SUR LES MOYENS DE PROTECTION ET LES RECOMMANDATIONS INTERNATIONALES

Si l'action des rayons X, du radium, des radiations ou des émanations est incontestable à l'heure actuelle, les sacrifices de ceux qui les manipulaient ont été considérables, surtout au début, où les connaissances sur les dangers étaient minimales ou parce qu'on ne se méfiait pas suffisamment et parce que les moyens de protection étaient réduits et mal mis au point. Aujourd'hui personne ne les ignore.

Nous n'apportons dans notre ouvrage aucun moyen nouveau de protection, notre seul but est de faire connaître quelques différentes opinions et d'essayer de savoir jusqu'à quel point s'étend leur efficacité.

En 1922, M. Degrais disait : « Ecran et distance sont deux adjuvants précieux de défense. » L'enveloppement de l'ampoule, qui pour la radiothérapie profonde doit avoir 6 mm. de Pb., le courant étant donné l'in de l'ampoule et derrière un écran plombé sont des éléments capitaux. Le tablier en plomb supplée en partie à l'écran et à la distance, les gants ne

protègent pas suffisamment la face dorsale de la main. L'existence des cabines à rayons X, en verre plombé, où le courant est donné en dehors de la cabine et dont l'ouverture de la porte coupe le courant protégeant malgré lui, quiconque entrera, est un idéal réalisé.

Pour ceux qui captent et mettent en tubes l'émanation, l'emploi des gants épais, des pinces, et une grande aération sont recommandés. L'émanation est gardée en tubes de verre, les sels en tubes de platine d'une épaisseur de 3/10 de mm.

M. Joulin préconise les gants, le tablier en plomb. Ne jamais placer la main dans le champ des rayons X, pendant la radioscopie — la radiographie étant moins dangereuse que la radioscopie.

Quant à la radiumthérapie profonde « l'Institut du radium » prend ces précautions : Les cloisons qui séparent les manipulateurs des malades sont doublées et remplies de galène, dont l'épaisseur équivaut à 8-10 mm. de Pb. Les lits des malades sont séparés par des parois revêtues de 5 mm. de Pb.

L'emploi de la table de Félix, protectrice des organes profonds, l'emploi des pinces pour toucher au tube radioactif sont deux indications formelles pour ceux qui manipulent le radium.

La numération globulaire, plusieurs fois par an, l'aération des pièces et les vacances, sont des faits préconisés par tous les radiologues. Un moyen de protection capital réside dans l'emploi des appareils conférant le maximum de sécurité et de leur installa-

tion. Les différents constructeurs d'appareils se sont efforcés dernièrement de mettre en service des appareils, qui d'après l'enseignement de l'expérience donneraient aux radiologistes une protection rationnelle, comme l'appareil à protection intégrale de Belot, existant à l'hôpital Saint-Louis.

La protection contre le rayonnement primaire étant réalisée, il s'agissait de se protéger contre le rayonnement secondaire. L'appareil de M. Belot pour les radiosopies en position verticale reste le meilleur de l'heure actuelle et d'après les calculs effectués par la maison Gaiffe-Gallot-Pilon, résulte que l'intensité du rayonnement secondaire est grâce à lui atténuée, tombant au $1/50$ de sa valeur initiale. Le médecin radiologiste peut donc travailler, grâce à ce dispositif, un temps environ 50 fois plus long, sans dommages, le temps d'obtention de la dose érythème étant très grand.

La grille fixe du sélecteur radioscopique de M. H. Bécère, créée pour l'élimination partielle du rayonnement secondaire, adaptable sur tout appareil en service nous rend certains services dans l'examen du tube digestif, malgré la difficulté des lectures, causée par les raies de projection de la grille. Nous ajoutons que vérifier les qualités de protection d'une installation radiologique est d'une importance considérable.

Ceci ne peut être fait que par des physiciens munis d'appareils de mesure très précis, à cause des doses minimes à enregistrer.

De telles mesures ont été faites par MM. Cheneveau et Laborde :

Temps d'obtention de la dose érythème pour un travail régulier et effectif de 8 heures par jour, 25 jours par mois et 10 mois par an. Régime de fonctionnement : 2,5 m. A. 72 k. V. max. La dose érythème sans protection contre le rayonnement secondaire a été obtenue en 9 mois 1/2 au niveau du visage, 2 mois 1/2 au niveau de la main, 9 ans au niveau du thorax, 4 ans au niveau des membres inférieurs, tandis qu'avec dispositif de protection, la dose érythème a été obtenue respectivement en 28 ans, 17 ans, 170 ans et 50 ans.

Nous avons vu dans les chapitres précédents ce que la plupart des médecins radiologistes préconisent, leurs opinions sur les moyens de protection. Actuellement nous pouvons dire que le mot « plomb » est prononcé presque chaque fois qu'on dit « protection », mais lui tout seul ne peut assumer la responsabilité de l'avenir des radiologistes.

Nous trouvons dans les recommandations internationales, relatives à la protection contre les rayons X et le radium, les moyens les plus sûrs et qui portent :

a) *Sur le travail.* — Sept heures de travail par jour, cinq jours de travail par semaine. Quatre semaines de vacances, de préférence consécutives, examen général et examen du sang à l'entrée du personnel dans le service et pendant son emploi.

Le personnel travaillant dans les services de rayons X et radium ne doit pas être appelé à d'autres fonctions hospitalières.

b) *Sur l'installation des services.* — Les services des rayons X ne doivent pas se trouver en sous-sol, les générateurs à haute tension installés dans des pièces séparées. Les pièces doivent être pourvues d'une ventilation permettant le renouvellement de l'air au moins 10 fois par heure, être assez vastes, tapissées de couleurs claires, d'une température de 18°-22° C.

c) *Sur le travail de diagnostic.* — L'examen à écran doit être pratiqué aussi rapidement que possible, avec le minimum d'intensité et d'ouverture du diaphragme. Palper le moins possible. Le tube à rayons X doit être autoprotégé, ou entouré d'une gaine ayant les équivalences de Pb. suivant la tensions aux bornes du tube, de même pour les écrans fluorescents. Les tabliers de protection ont une équivalence en plomb de 12 mm., les gants 1/3 mm. et doublés d'étoffe.

d) *Sur la radiothérapie.* — Mesurer d'une façon continue le rayonnement émis et tenir le personnel en dehors de la salle de traitement, derrière un mur protecteur ayant une équivalence de Pb. de 2 mm. (Mêmes équivalences pour les fenêtres).

e) *Sur l'emploi des substances radioactives.* — La distance est la plus sûre protection contre le rayonnement β . Les préparations sont manipulées avec de longues pinces, rapidement transportées dans des cassettes, dont les parois de Pb, ont 1 cm. d'épaisseur. On assure la protection du corps par un écran de 2,5 cm. de plomb. Les manipulations de radon, se font pendant sa période d'inactivité relative. On emploie des gants fins de caoutchouc comme pour le

radium, pour empêcher la formation de dépôts radioactifs.

Pour l'extraction du radon une chambre spéciale, loin du bâtiment est nécessaire.

f) *Sur les dangers du courant électrique.* — La couverture du plancher doit être d'un matériel isolant, les conducteurs sur de haute tension placés à 3 mètres au moins au-dessus du plancher, les parties non protégées du conducteur, placées à distance du personnel et du malade, les interrupteurs principaux et secondaires doivent être facilement accessibles, les kilovoltmètres sont nécessaires pour indiquer la tension des tubes à rayons. Il ne faut pas utiliser d'anesthésiques inflammables à basse température dans le voisinage des installations radiologiques.

A l'heure actuelle ces dangers sont en voie de disparition, grâce à tous les circuits isolés et aux câbles à haute tension, résistant à des différences de potentiel pouvant aller jusqu'à 250.000 volts.

— L'état actuel de nos connaissances nous donne la quasi certitude qu'une personne de santé normale, travaillant dans des conditions appropriées, peut supporter une exposition aux rayons X de 0,2 r. (röntgen internationaux) par jour. Ce chiffre basé sur une irradiation continuelle pendant une durée de travail de 7 heures, correspond à une dose de 10-5 r. par seconde. Les valeurs de protection données dans ces recommandations correspondent généralement à ce chiffre dans des conditions moyennes. On n'a pas encore précisé, jusqu'à présent, de doses de tolérance analogues en ce qui concerne les rayons X du radium.

CONCLUSIONS

L'avenir des radiologistes apparaît lié d'une façon très étroite :

1) Aux moyens de protection mis en usage pour l'arrêt des rayonnements primaire et secondaire.

2) A la résistance individuelle sur laquelle insistent plusieurs auteurs.

3) Aux conditions d'hygiène et des heures de travail, qui constituent le milieu habituel du spécialiste.

Il semble que toute l'attention des observateurs doit être tournée vers le sang et les organes hématopoïétiques. La sensibilité aux radiations de courte longueur d'onde des autres viscères et de la peau, apparaît actuellement bien au-dessous de celle qu'on lui avait primitivement attribuée.

L'étude très précise des radiations a permis aux physiciens de fixer pour les radiologistes les limites de la nocivité, mal interprétée dans les débuts, limites codifiées par une commission internationale..

Vu : le Doyen de la Faculté,
G. ROUSSY.

Vu : le Président de thèse,
Léon BINET.

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris,
S. CHARLETY

BIBLIOGRAPHIE

- J. BELOT. — Appareil de protection intégrale pour examen radioscopique en position verticale. (*Acta radiologica*, 30 août 1929, n° 55, p. 221).
- P. DEGRAIS. — Les radiodermites professionnelles et leurs traitements. (*Paris Médical*, 1922, XLIV, p. 293-299).
- F. DERVIEUX. — Les accidents causés par les diverses radiations qui doivent être inscrits sur la liste des maladies professionnelles indemnisées. (*Paris Médical*, n° 46, 17 nov, 1928, p. 422).
- JAULIN. — Rapport sur le danger des rayons X et des substances radioactives pour les professionnels. Moyen de s'en préserver. (*Journal de Radiologie et Electrol.*, n° 4, avril 1927).
- R. LEDOUX-LEBARD. — Le cancer des radiologues. (*Paris Médical*, 1922, XLIV, p. 299-303).
- B. ABRAND. — Etude sur les anémies graves provoquées par les rayons X et les corps radio-actives. (*Thèse de Paris*, 1931).

- A. BÉCLÈRE. — Le cancer des radiologistes. (*Bulletin de l'Académie de Médecine*, n° 30, 3 oct. 1933).
- Ets GAIFFE-GALLOT-PILON. — *Revue* (sept.-oct. 1928, nov.-déc. 1928, janv.-février 1929).
- E. RUD. — Recherches hématologiques sur le personnel travaillant dans les Instituts radiologiques de Copenhague. (*Bull. de la Soc. de Biolog.*, 1924, t. I).
- C. AUBERTIN. — Le sang des radiologistes. (*Monde Médical*, 15 avril 1932).
- Ch. LAUBRY et G. MARCHAL. — Sur un cas de leucémie chez un radiologiste. (*Société Française d'Hématologie*, séance du 1^{er} juin 1932).
- WEIL-LACASSAGNE. — Anémie pernicieuse et leucémie myéloïde mortelles, provoquées par la manipulation des substances radioactives. (*Bull. de l'Académie de Médecine*, 3-3-25).
- L. LÖEFFLER. — Röntgenschädigungen der männlichen Keimzell und Nachkommenschaft Ergebnisse einer Umfrage bei Röntgenärzten und Technikern (*Strahlentherapie*, 34 : 735 (1929).
- H. NAUJOKS. — Fertilität und Nachkommenschaft früherer Röntgenassistentinnen (Ein Beitrag Zur Frage der sog. Keimschädigung (*Strahlentherapie* 38 : 613 (1929).
- P. AMUNDSEN. — Blood anomalies in radiologists and in persons employed in radiological service (*Acta Radiol.*, Stockholm, 1924, III, I, 7).

BRULÉ et BOULIN. — Un cas d'anémie pernicieuse provoqué par le radium. (*Soc. médicale des hôp.* 27 mars 1925).

A. BARCLAY S. COX. — Die Strahlengefährdung des Röntgenologen (*Fortsch. a. d. geb. d. Röntgenstrahlen* 38 : 311 (aug. 1928).

H. RAHM. — Ueber Röntgenspetschaedigungen (*Beitrag zur klin. chirurgie*, Tübingen, 1924, CXXXI).
